


# METHOD FOR INSPECTING CONDUCTOR CIRCUIT BOARD AND DEVICE THEREFOR

**Patent number:** JP8278342  
**Publication date:** 1996-10-22  
**Inventor:** SOIFERMAN JACOB  
**Applicant:** OKANO DENKI KK;; YENTEC LTD  
**Classification:**  
 - international: G01R31/02; G01R31/302  
 - european:  
**Application number:** JP19960010338 19960124  
**Priority number(s):**

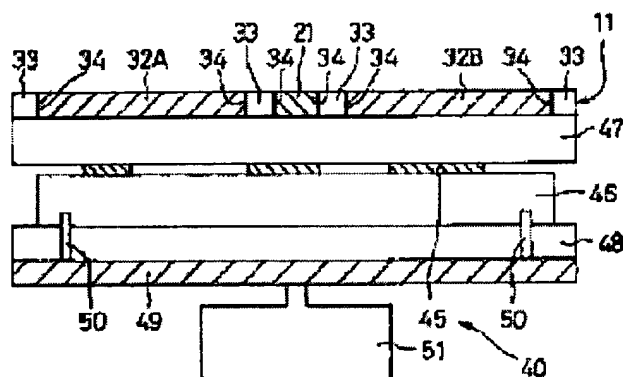
Also published as:

 US5517110 (A1)

## Abstract of JP8278342

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To accurately inspect the production failure of a circuit board in contactless state by preparing a stimulator for radiating electromagnetic waves onto the conductor circuit board and a sensor for detecting the displacement current which is generated in the conductor circuit board when receiving the electromagnetic waves, in contactless state.

**SOLUTION:** A sensor/stimulator unit 11 is placed oppositely to a conductive circuit board 46 which is positioned and fixed on a ground reference surface 49 through a lower-side space 48 in-between. When the device is operated, an AC sine wave signal is supplied from a signal generator to stimulators 32A and 32B of the unit 11. When the AC signal is applied to the stimulators 32A and 32B, they are driven to radiate electromagnetic waves, which interact with the board 46 and generate a current, and the current is propagated in an upper space 47 on the board 46. Then, the charge is generated in the conductive pattern and mounting parts on the board 46, and the electric potential is generated in the pattern 45 and mounting parts as result, further a sensor 21 detects it as a displacement current.



(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 R 31/02			G 0 1 R 31/02	
31/302			31/28	L

審査請求 有 請求項の数23 O L (全 10 頁)

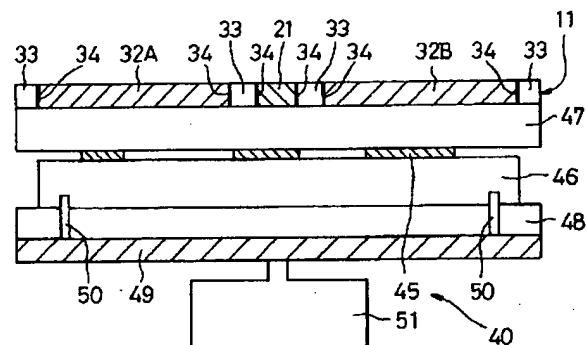
(21) 出願番号	特願平8-10338	(71) 出願人	000103666 オカノ電機株式会社 東京都東久留米市金山町2丁目8番18号
(22) 出願日	平成8年(1996)1月24日	(71) 出願人	596009917 エンテック リミテッド カナダ国 アール3アール 1ワイ2 マ ニトバ ウィニベグ キャスカートストリ ート 662
(31) 優先権主張番号	08/417900	(72) 発明者	ジェイコブ ソイファーマン カナダ国 アール3アール 1ワイ2 マ ニトバ ウィニベグ キャスカートストリ ート 662 エンテック リミテッド内
(32) 優先日	1995年4月6日	(74) 代理人	弁理士 長門 侃二
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

(54) 【発明の名称】 導体回路基板の検査方法およびその検査装置

## (57) 【要約】

【課題】 プリント回路基板や液晶ディスプレイ基板等のような導体回路基板の製造欠陥を正確に、しかも非接触検査するに好適な導体回路基板の検査方法および検査装置を提供する。

【解決手段】 検査対象とする導体回路基板に電磁波を放射するスティミュレータと、電磁波を受けて導体回路基板に生じる変位電流を検出するセンサとを該導体回路基板と非接触に設けると共に、導体回路基板を電氣的に絶縁して接地基準面に設け、センサとスティミュレータとからなるユニットにて導体回路基板を全面走査し、これによって得られる電位分布の特徴を解析して欠陥を検査する。特にセンサを挟んで隣接する2つのスティミュレータの駆動信号の位相を同相として、或いは180°異ならせて導体回路基板に電位を生起する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電氣的連続性、物理的連続性、または既知の標準体に対して適合性が証明されるべき導電パターン、実装部品または表面を備えた導体回路基板の検査方法であって、

接地基準面に対して規定される所定の空間的位置に前記導体回路基板を位置付け固定し、

一方、前記導体回路基板に対して電氣的に非接触で、且つ所定の空間的距離を隔てる位置に電磁波発生手段およびセンサ手段をそれぞれ位置付け、且つ該導体回路基板と相対移動可能に設け、

交流信号発生器により前記電磁波発生手段を駆動して該電磁波発生手段から前記導体回路基板に対して電磁波を放射すると共に、この電磁波を受けて前記導体回路基板に生じる電氣的变化を前記センサ手段にて検出し、このセンサ手段による検出出力をコンピュータ解析して前記導体回路基板中の欠陥を検出してなることを特徴とする導体回路基板の検査方法。

【請求項2】 前記電磁波発生手段は、1つ以上のスティミュレータを備えることを特徴とする請求項1に記載の導体回路基板の検査方法。

【請求項3】 1つまたは複数のスティミュレータは、前記導体回路基板に電磁波を放射して前記導体回路基板上の導電パターンおよび実装部品に電流または電荷を生起し、或いは前記導体回路基板上の導電パターンおよび実装部品に沿った電氣的ポテンシャルを等価的に確立することを特徴とする請求項2に記載の導体回路基板の検査方法。

【請求項4】 前記センサ手段は、2つのスティミュレータの間に配置され、且つ絶縁手段により前記各スティミュレータからそれぞれ絶縁されていることを特徴とする請求項1に記載の導体回路基板の検査方法。

【請求項5】 前記絶縁手段は接地シールドを備えていることを特徴とする請求項4に記載の導体回路基板の検査方法。

【請求項6】 前記センサ手段は、複数のセンサを配列してなるセンサ配列体からなることを特徴とする請求項1に記載の導体回路基板の検査方法。

【請求項7】 前記センサ手段は、前記スティミュレータから印加された電磁波によって前記導体回路基板の導電パターンまたは実装部品に生起する電流および電荷を検出することを特徴とする請求項1に記載の導体回路基板の検査方法。

【請求項8】 前記スティミュレータからの電磁波は、前記導体回路基板の導電パターンおよび実装部品に沿って電氣的なポテンシャル勾配を生起させるものである請求項7に記載の導体回路基板の検査方法。

【請求項9】 前記接地基準面に対する前記導体回路基板の位置決め固定は、位置決めピンを用いて位置決めし、且つ真空ポンプを用いて吸着固定して行われること

を特徴とする請求項1に記載の導体回路基板の検査方法。

【請求項10】 前記導体回路基板に対する前記センサ検出手段および前記スティミュレータ手段の所定の空間距離を隔てた位置の規定、或いは前記接地基準面に対するセンサ手段との空間的距離は、空気ギャップ、モールド材料または両者の組合せにより実現されることを特徴とする請求項1に記載の導体回路基板の検査方法。

【請求項11】 前記モールド材料は、電磁波を集中させる誘電材料からなり、且つ位置に応じて異なる厚さを有して実装部品を収容する空間部を形成してなることを特徴とする請求項10に記載の導体回路基板の検査方法。

【請求項12】 前記接地基準面は、前記スティミュレータからの電磁波を前記導体回路基板を介して引きつけて、前記導体回路基板に電流および電荷を生じさせることを特徴とする請求項1に記載の導体回路基板の検査方法。

【請求項13】 前記センサおよび前記スティミュレータは、前記導体回路基板を走査して前記導体回路基板全体の電氣的特徴を構成するデータを得る手段を有し、その走査は、前記センサおよび前記スティミュレータと前記導体回路基板と相対的に移動させて行われることを特徴とする請求項1に記載の導体回路基板の検査方法。

【請求項14】 電氣的連続性、物理的連続性または既知の標準体に対する適合性が証明されるべき導電パターン、実装部品または表面を備えた導体回路基板の検査装置であって、(a) 導体回路基板に対して電氣的に非接触に設けられた電磁波発生手段と、(b) この電磁波発生手段を駆動して前記導体回路基板に電磁波を印加する交流信号発生器と、(c) 前記導体回路基板に対して電氣的に非接触に設けられて前記電磁波が印加されて該導体回路基板に生じた電氣的特徴を検出するセンサ手段と、(d) 前記電磁波発生手段、前記センサ手段および前記導体回路基板をそれぞれ位置決め固定し、且つこれら相対的に移動走査する手段と、(e) 前記位置決め固定された導体回路基板と、前記センサ手段および前記電磁波発生手段との間に所定の空間を設定する手段と、(f) 接地基準面と、(g) この接地基準面と前記導体回路基板との間に所定の空間を設定する手段と、(h) 前記センサ手段の検出出力から前記導体回路基板中の欠陥を検出するコンピュータ解析手段と、を具備したことを特徴とする導体回路基板の検査装置。

【請求項15】 前記電磁波発生手段および前記センサ手段は、センサ/スティミュレータ・ユニットとして実現されることを特徴とする請求項14に記載の導体回路基板の検査装置。

【請求項16】 前記電磁波発生手段は、2つのスティミュレータを備えることを特徴とする請求項14に記載の導体回路基板の検査装置。

【請求項17】 センサ/スティミュレータ・ユニットは、複数のセンサを配列したセンサ配列体を間にして2つのスティミュレータを対称配置し、絶縁手段を介して相互に絶縁した構造を有することを特徴とする請求項15に記載の導体回路基板の検査装置。

【請求項18】 前記2つのスティミュレータは、導体回路基板に電磁波を放射する金属プレートからなり、前記各スティミュレータは互いに振幅が等しく、且つ位相が180°異なる電磁波を放射して前記導体回路基板上の導電パターンおよび実装部品に沿って電氣的ポテンシャルを生起するものである請求項16に記載の導体回路基板の検査装置。

【請求項19】 前記2つのスティミュレータは、導体回路基板に電磁波を放射する金属プレートからなり、前記各スティミュレータは互いに振幅が等しく、且つ位相の等しい電磁波を放射して前記導体回路基板上の導電パターンおよび実装部品に沿って電氣的ポテンシャルを生起するものである請求項16に記載の導体回路基板の検査装置。

【請求項20】 前記センサ手段は、前記導体回路基板の導電パターンおよび実装部品上の変位電流の大きさ及び位相をそれぞれ検出する複数のセンサの配列体からなることを特徴とする請求項14に記載の導体回路基板の検査装置。

【請求項21】 前記コンピュータ解析手段は、入力段にマルチプレクサを備えたインピーダンス変換型増幅器を有し、上記マルチプレクサにそれぞれ接続される前記各センサをそれぞれ低インピーダンス化してセンシング動作させることを特徴とする請求項14に記載の導体回路基板の検査装置。

【請求項22】 前記コンピュータ解析手段は、導体回路基板を走査して得られる前記センサ手段からの出力パターンと、予め既知なる標準導体回路基板から求められる標準パターンとを比較して前記導体回路基板上の相違箇所を検出してなることを特徴とする請求項14に記載の導体回路基板の検査装置。

【請求項23】 前記コンピュータ解析手段は、導体回路基板を走査して得られる前記センサ手段からの出力パターン中における特定パターンを検出して、上記出力パターンを得た位置を特定する手段を備えたことを特徴とする請求項14に記載の導体回路基板の検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、導体回路基板の製造欠陥を非接触検査するに好適な導体回路基板の検査方法および検査装置に関する。

【0002】

【関連する背景技術】プリント回路基板や液晶ディスプレイ基板等の、所謂導体回路基板の製造中、或いはその取り扱い中において、導体回路基板上の導電パターンや

その実装電子部品、更にはこれらの両者間に回路開放（断線）や短絡等の欠陥が発生することがある。製造業者にとっては、このような欠陥を逸早く正確に、しかも経済的に見つけ出して対処することが必要である。また製造品質管理のためには、回路部品を実装したプリント回路基板のみならず、回路部品実装前のプリント回路基板自体の上述した欠陥検査を廉価に行う必要がある。

【0003】ところで近年、表面実装技術が多く使用されるようになり、これに伴って集積回路やプリント回路基板が複雑化し、しかも高い周波数で動作するようになっている。この為、プリント回路基板の検査も困難化している。従来のプリント回路基板の自動検査にあっては、専ら一組の検査ピンを介してプリント回路基板に信号を印加し、別の検査ピンに現れる出力信号を測定している。具体的には検査対象とするプリント回路基板を作動させて所定の入力信号を与え、該プリント回路基板に実装された回路が適正な出力信号を発生しているか否かを判別することにより、その機能検査を実行している。

【0004】またプリント回路基板自体の検査は、例えば爪床式の検査器を用いて行われている。即ち、この検査器は、検査対象とするプリント回路基板の金属箔によって形成された導電パターンに直接接触する複数のピン（ブローブ）を備えている。そして或るピンを介してプリント回路基板上の種々のノードに選択的に所定の入力信号を印加し、この入力信号に対応して該プリント回路基板上の別のノードに現れる出力信号を別のピンを介して測定するものとなっている。

【0005】しかしこの種の従来の爪床式の検査器にあっては、検査対象とするプリント回路基板に実装された回路（回路部品）を絶縁した上で、好適なノードに入力信号を与え、且つ別のノードから期待される出力信号を得るための検査ルーチンを設定する必要がある。この為、プリント回路基板に実装されている回路の機能を予め知っておく必要がある。

【0006】一方、高周波マイクロ波回路に関する測定においては、非接触式のブローブが使用されている。しかしながら一般に、1GHz以下の周波数で動作する回路を実装したプリント回路基板に対しては、上記ブローブの帯域幅が広いことから、その検査が困難である。また検査機器の分野においては、プリント回路基板における電磁的な影響を評価する為の装置が開発されている。しかしこの種の装置は、現段階では能動回路を実装したプリント回路基板に生じられる電磁干渉に関する情報を検出しているに過ぎず、プリント回路基板自体の性能に関する情報を検出するためには使用できないと言う不具合がある。

【0007】さて米国特許第5,218,294号には、爪床式の検査器を用いに行うプリント回路基板の検査方法が記載されている。この特許にはプリント回路基板の電力線および接地線を介して該プリント回路基板を交流

(AC) 信号で刺激し、この状態におけるプリント回路基板の近くでの電磁場分布を非接触測定することが開示されている。そして検査対象とするプリント回路基板の電磁的特徴と、予め既知の良品である標準プリント回路基板の電磁的特徴とを比較して、当該プリント回路基板に欠陥があるか否かを判別するものとなっている。

【0008】また米国特許第4,829,238号には、電磁放射計測プローブ配列体に近接配置したプリント回路基板を励起することにより、該プリント回路基板からの電磁放射を上記プローブ配列体にて検出し、これをモニタすることが開示されている。またこの出願から分割された米国特許第5,006,788号には、プリント回路基板またはその実装部品に生じる電磁干渉を除去し、或いはその電磁干渉をモニタするために上記プリント回路基板からの電磁放射を計測する技術が示されている。しかしこの特許には、電磁放射の干渉を起こさないような製造欠陥を判別するためのプリント回路基板の検査については何等示していない。尚、この特許で引用されているように、不本意な電磁放射を検出してプリント回路基板を検査する手法については種々の特許がある。

【0009】一方、米国特許4,583,042号には、別のプリント回路基板検査方法が開示されている。即ち、この特許には電気的連続性および線路セグメントの一体性を計測するプリント回路基板の検査装置が開示されている。この装置は一对の検知端子を備えた容量メータを有し、一方の検知端子を導電性の裏面側基準面に接続し、他方の検知端子を検査プローブに接続している。尚、この検査プローブは、シールドされたワンポイント型のプローブからなる。そしてこの検査プローブにより検知端子の電圧レベルを計測し、またセンサ間の電圧降下から線路セグメント容量を判別するものとなっている。尚、この検査プローブは、検査対象とするプリント回路基板に対して移動され、該プリント回路基板上の全検査ポイントと順次接触される。

【0010】この装置の欠点は、検査プローブと検査中のプリント回路基板とを電気的に接触させる必要がある点である。またこの装置ではプローブ検査に先立ってプリント回路基板上の検査ポイントの位置を予め決定しておく必要があるため、回路基板のレイアウトに大きく依存すると言う問題がある。更には、正確な計測を行うためには、検査対象とするプリント回路基板と基準面との間の空気ギャップをなくすることが必須になる。

【0011】また米国特許5,124,660号には、プリント回路基板に対する更に別の検査装置が開示されている。この特許に示される装置は、プリント回路基板に実装された半導体部品に入出力ピンが存在するか否かを判別し、その上でその入出力ピンがプリント回路基板に適正に半田付けされているか否かを判別するものである。この装置は、集積回路パッケージの表面に対向配置した金属電極と、この金属電極に接続された発振器を具備して

いる。そして爪床式の検査器におけるプローブ・ピンを、検査対象とする入出力ピンが半田付けされたプリント回路基板の導電パターンに接続して検査を行う。すると前記発振器からの信号は、集積回路パッケージを介して検査対象とする入出力ピンに容量結合されることになるので、前記プローブ・ピンを介して電流計測器により電流が測定されれば、前記入出力ピンがプリント回路基板に接続されていることになる。

【0012】しかしこの装置には、プローブ・ピンを検査対象とするプリント回路基板に直接接触させる必要があるという欠点がある。しかもプローブ・ピンによる検査ポイントの位置を決める必要があるため、検査が回路基板のレイアウトに依存するという別の欠点もある。更にこの装置では、実装部品の端子(ピン)とプリント回路基板のノードとの間の接続状態を検査し得るに過ぎないという欠点もある。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】以上の背景から明らかのようにこの分野では、回路部品実装済みで電力供給していない状態のプリント回路基板や、回路部品実装前のプリント回路基板自体等の導体回路基板の製造欠陥を検出する装置および方法が必要とされている。更に導体回路基板における回路機能の解析が不要で、且つプリント回路基板上の隣接する実装部品同士を、その検査のために分離、或いは絶縁することが不要な検査装置の開発が必要とされている。またこの分野では、検査対象のプリント回路基板をその検査中に機能(作動)させることなく、或いは固有状態に励起する必要がないことが要求される。更にまたこの分野では、非接触式の検査装置、即ち、検査に供されるプリント回路基板とセンサまたは電源とを電気的に直接接触させることが不要であり、しかもプリント回路基板の検査を該プリント回路基板の構造および機能に依存せずに行えるような、取り扱いの簡単な検査装置が要求されている。

【0014】本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、その目的は、先行技術における多数の欠点に対する解決策を提供し、プリント回路基板や液晶ディスプレイ基板等のような導体回路基板の製造欠陥を正確に、しかも非接触検査するに好適な導体回路基板の検査方法および検査装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決すべく、本発明は導体回路基板に対する信号印加のために電磁波を用い、また信号検出のために非接触式のセンサを用いることで、検査中の導体回路基板との電気的接触を不要とした検査方法を提供する。また本発明は、導体回路基板の回路機能解析が不要であり、また隣接する実装部品の分離・絶縁が不要であり、更には固有な励起状態を形成することが不要であり、また検査中の導体回路基板に対する直接的な電気接続を要しない検査装置を提

供する。

【0016】即ち、本発明に係る検査装置は、交流信号発生器により駆動されて導体回路基板に対して電磁波を放射するためのスティミュレータ、複数のセンサからなるセンサ配列体、および上記スティミュレータとセンサとを絶縁する接地面シールドを備えたセンサ／スティミュレータ・ユニットを備え、導体回路基板を所定の上部側空間を介して前記センサ／スティミュレータ・ユニットから隔離し、且つ所定の下部側空間を介して接地基準面から隔離して前記導体回路基板を位置決めする位置決め機構を備えて構成される。

【0017】また本発明に係る検査装置は、更に前記導体回路基板を走査する為の移動機構を含み、更には導体回路基板における欠陥の有無を判別するためのコンピュータ解析手段を備えて構成される。本発明におけるスティミュレータおよび接地基準面は、導体回路基板上の導電パターンや実装部品に沿う電場勾配を確立するための手段を構成する。また本発明では導体回路基板上の導電パターンや実装部品に沿う電場ポテンシャル勾配を確立するために、前部および後部スティミュレータからなる一対のスティミュレータには、互いに振幅が等しく位相が180°異なる交流信号が供給される。更には導体回路基板上の導電パターンや実装部品に沿う均一な電場ポテンシャルを確立する場合や、微細な導電パターンを検査する場合には、前記一対のスティミュレータには、互いに振幅および位相が等しい信号が供給される。

【0018】また本発明によれば、部品実装前の、所謂片面導体回路基板や内層構造の導電パターンを有する導体回路基板を検査する場合には、接地基準面は導体回路基板の一侧（下面）に短絡される。また前記下面側空間は導体回路基板を接地基準面から離隔するために利用され、これによって多層構造型の導体回路基板の検査が可能とされる。

【0019】本発明によれば、その作動時には交流（AC）電源はスティミュレータに信号を与え、これによってスティミュレータは導体回路基板に対して電磁波を放射する。そしてセンサは導体回路基板上の導電パターンまたは実装部品が上記電磁波を受けて生起する変位電流を検知する。一方、電子機器はインピーダンス変換型増幅器（広帯域増幅器）を利用して前記センサを低インピーダンス化している。この低インピーダンス化によって隣接するセンサ間の絶縁性が高められ、且つセンサにおけるSN比が高められる。そしてセンサと導体回路基板上の導電パターンおよび実装部品との間に流れる変位電流を高感度で検出する手段が実現される。更に電子機器は、マルチプレクサと前記インピーダンス変換型増幅器とを利用してチャンネル間の干渉を低減することでその設計性能の向上を図っている。

【0020】しかして導体回路基板の全面を走査することにより、導体回路基板の変位電流特徴が得られる。こ

の特徴をコンピュータ解析することにより導体回路基板における短絡や開放等の欠陥の検出が可能となる。特に欠陥認識システムにおいては、導体回路基板の上記変位電流の特徴パターンを、同一で且つ欠陥のない良品の標準導体回路基板の既知または所望の特徴パターンと比較することで、故障のない導体回路基板（標準の導体回路基板）と故障している可能性のある導体回路基板（検査対象の導体回路基板）との差異を計測する。

【0021】この差異が所定の閾値よりも大きい場合には該導体回路基板が故障している、或いは許容公差外であると診断される。また上記差異が所定の閾値よりも小さいならば、該導体回路基板は故障していないと判定される。ちなみに統計的解析を行えば、見つけ出した故障についての詳細情報、例えば欠陥位置や欠陥種別等の情報、具体的には導電パターンの途切れや短絡等の欠陥の、その欠陥位置の情報を得ることができる。

【0022】尚、故障していない導体回路基板の、所謂既知の特徴パターンは、故障がないことが確認されている良品の導体回路基板を、検査対象とする導体回路基板と同様に走査するか、或いは設計仕様に従う理論計算を行うことで求められる。上記設計仕様については、例えば導体回路基板のレイアウト作成に用いられるCADツールから容易に得られる。

【0023】また上述した如くして特徴パターンとの比較照合を行うに際しては、例えば導体回路基板を走査して得られる前記センサ手段からの出力パターン中における特定パターンを検出して、この特定パターンを得た位置を特定することで前記出力パターンを位置補正するようにすれば良い。このようにすれば導体回路基板を検査するに際して、その都度、導体回路基板とセンサ手段との位置関係を調整（位置合わせ）しなくても、その全面走査によって得られた出力パターン自体から検査対象とする領域を正確に特定し、位置補正して検査することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】次に本発明に係る導体回路基板の検査方法および検査装置の実施形態について、図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施例に係る非接触式の検査装置の概略的なハードウェア構成を示す図である。信号発生器10は1つまたは複数のスティミュレータに対して連続的に交流（AC）正弦波信号を供給して該スティミュレータを駆動し、導体回路基板17に対して電磁波を印加する。センサ／スティミュレータ・ユニット11上の複数のセンサは、電磁波を受けて導体回路基板17上に生起される導電パターンまたは実装部品からの変位電流の大きさを連続的に検出する。

【0025】前記センサにより検出されたアナログ信号は、アナログ・デジタル変換器（A/D変換器）12によりデジタル化される。デジタル信号処理装置（DSP）13は、A/D変換器12にて変換されたデジタル

データを入力するものであって、前記変位電流のピーク値を検出するために用いられる。DSP13は、前記導体回路基板17の導電パターンまたは実装部品に生じられた変位電流を解析するべく、上記ピーク値をコンピュータ・ワークステーション16に送出する。またDSP13はセンサ/スティミュレータ・ユニット11から所要の電磁放射を得るために前記スティミュレータを初期化し、更にセンサ・アドレスを所定順に設定することで、所要のアナログデータを前記A/D変換器12に対して順次送出可能としている。

【0026】尚、コンピュータ・ワークステーション16は、前記DSP13に対して指令を送出し、また解析および故障判定のために前記変位電流のピーク値を前記DSP13から入力するものとなっている。図2はセンサ21における信号検出処理に用いられるセンサ・インターフェイス回路20の構成例を示すブロック図である。このセンサ・インターフェイス回路20は、図1に示すセンサ/スティミュレータ・ユニット11の一部として実現される。センサ配列体をなす複数のセンサ21は、マルチプレクサ22の入力チャネルにそれぞれ接続されており、これらの各入力チャネルと前記各センサ21との間には入力抵抗23がそれぞれ接続されている。これらの入力抵抗23は前記各センサ21を低インピーダンス化することで、隣接するセンサ21間の容量性結合を防止する役割を果たしている。

【0027】前記マルチプレクサ22の出力にはインピーダンス変換型増幅器24が接続されている。このインピーダンス変換型増幅器24の出力27は、前記アナログ・デジタル変換器12に与えられ、信号処理のためにデジタル化される。このインピーダンス変換型増幅器24は広帯域増幅器であって、入力インピーダンスを低くするために用いられる。この増幅器24による低入力インピーダンス化によって、前記センサ21により検出された変位電流はシャント用コンデンサ26および入力抵抗23を流れることなく、フィードバック抵抗25を流れるようになっている。尚、シャント用コンデンサ26は前記マルチプレクサ22の出力段に設けられるもので、実際にはマルチプレクサ22の内部回路（図示略）として実現される。

【0028】尚、上記の如く構成されるセンサ・インターフェイス回路20は、前記センサ/スティミュレータ・ユニット11の背面側に設けられる。またこのセンサ・インターフェイス回路（電子機器）20には、図2に示したセンサ・インターフェイス回路に関連して、前述したA/D変換器12やDSP13が含まれる。しかし上述した如く構成されたセンサ・インターフェイス回路20は、信号検出に必要な増幅器の数を少なくすることで、その構成の簡略化が図られている。更にこの機器構成では、マルチプレクサ22の出力段にインピーダンス変換型増幅器24を接続することでチャネル間干渉を

低下させてSN比を高くし、その高性能化が図られている。ちなみに前記センサ21によって検出されるノイズ成分はインピーダンス変換型増幅器24のフィードバック抵抗25の値(R)の平方根に比例し、また信号成分は上記フィードバック抵抗25の値(R)に比例するので、これによって高SN比が得られるものとなっている。

【0029】図3は前記センサ/スティミュレータ・ユニット11の概略的な平面構成を示している。この図3には複数のセンサ21からなるセンサ配列体31とスティミュレータ32A、32Bとの配置構成が明示され、更に接地シールド33および絶縁ライン34の配置が明示される。即ち、複数のセンサ21を直線状に並べてなるセンサ配列体31は、前部スティミュレータ32Aおよび後部スティミュレータ32B間の幾何学的中心に位置して設けられている。そしてセンサ配列体31および2つのスティミュレータ32A、32Bは、それぞれその周囲を接地シールド33により囲まれ、且つこれらの間に絶縁ライン34を設けることで相互に隔離されている。尚、各センサ21は絶縁ライン34によりそれぞれ電氣的に分離されている。

【0030】図4は上述したセンサ/スティミュレータ・ユニット11を具備した検査装置に、検査対象とする導電回路基板をセットアップした状態40を示す模式的な断面図である。検査対象とする導電回路基板46は、接地基準面49上に所定の下面側空間48を介して位置決め固定される。この位置決めは、例えば接地基準面49の所定位置に突設された位置決めピン50に、導電回路基板46の位置決め穴を嵌合する等して行われる。そして上記位置決めピン50を用いて所定の位置に位置決めされた導電回路基板46を、真空ポンプ51にて接地基準面49に吸引することで、該接地基準面49に吸着固定する。

【0031】このようにして接地基準面49上に下面側空間48を介して位置決め固定された導電回路基板46に対して、その上方から所定の上面側空間47を隔てて前記センサ/スティミュレータ・ユニット11が対向配置される。このセンサ/スティミュレータ・ユニット11と前記導電回路基板46とは、図示しない移動手段（移動ステージ等）により上記上面側空間48を一定に保った状態で相対移動可能に設けられており、これにより導体回路基板46の全面が前記センサ/スティミュレータ・ユニット11によって走査されるようになっている。

【0032】しかしてその作動時には、センサ/スティミュレータ・ユニット11の前記2つのスティミュレータ32A、32Bの各々に対して、前記信号発生器10からAC正弦波信号が供給される。回路部品実装前の導体回路基板46に対して印加する電磁波を発生させるための交流信号としては、例えば10KHz乃至1MHzの周

波数が用いられる。また回路部品実装済みの電力供給していない状態にある導体回路基板46に対して印加する電磁波を発生させる為の交流信号としては、例えば1MHz乃至20MHzの範囲内の周波数が用いられる。

【0033】上記交流信号が印加されて駆動されるスティミュレータ32A、32Bは電磁波を放射し、この電磁波は導体回路基板46の上面側空間47を伝播する。この電磁波は導体回路基板46と相互作用して電流（渦電流）を生起し、導体回路基板46上の導電パターン45及び実装部品に所定の電荷を発生させる。この結果、導電パターン45及び実装部品に電位が生じ、センサ21はその大きさを変位電流として検知する。

【0034】前記移動手段を駆動して導体回路基板46全体を走査すると、該導体回路基板46固有の変位電流分布が形成され、その特徴が検出される。この移動手段による導体回路基板46の走査は、例えば導体回路基板46を静止させた状態でセンサ／スティミュレータ・ユニット11を平行移動させることによりなされる。或いは逆にセンサ／スティミュレータ・ユニット11を静止させた状態で導体回路基板46を平行移動させることによりなされる。このような走査によって求められる変位電流分布の特徴を前記コンピュータ・ワークステーション16により解析することによって、導体回路基板46の製造欠陥が検出される。

【0035】尚、電磁場と導体回路基板46との相互作用は、下面側空間48の構成および接地基準面49との配置関係に依存する。ちなみに導体回路基板46の上面側の導電パターン45だけを検査するのであれば、導電回路基板46のベース自体が下面側空間として機能するので、格別下面側空間48を設定することは不要である。従って導体回路基板46を前記接地基準面49の上面に直接位置付けることが可能である。この場合、センサ配列体31を構成する複数のセンサ21は、導体回路基板46の上面側の導電パターン45に生じた変位電流の大きさを検出することになる。またこの場合にはスティミュレータ32A、32Bと導体回路基板46との間の電磁相互作用が簡略なものとなる。

【0036】一回の走査により導体回路基板46の全体を検査する場合、つまり導体回路基板46の上面および下面、更にはその中間層等の全てを検査する場合には、導体回路基板46上の実装部品および導電パターンの全てとの電磁相互作用を可能にするために下面側空間48が必要になる。この場合には、接地基準面49は導体回路基板46から隔てて配置されることになるので、電磁\*

$$i_s = j \omega C_3 (C_1 V_1 + C_5 V_2) / (C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6)$$

となる。ここで並列関係にある4つの容量C2、C3、C4、C6の合成容量をCAとすると、容量C1、C5にそれぞれ流れる電流をi1、i2、また合成容量CAに流れる電流をi3としたとき、次の関係が成立する。

【0041】

\* 相互作用は多少複雑になる。しかしいずれの場合であっても、センサ21は導体回路基板46からの変位電流の振幅を検知することになり変わらない。

【0037】尚、導体回路基板46の形式や検査内容に応じて、前記上面側空間47及び下面側空間48を、空気ギャップ、誘電性モールド材料、或いは両者の組合せにより構成することが可能である。特に誘電性モールド材料を用いて空間47、48を形成すれば、スティミュレータ32A、32Bからの電磁場を集中させる役割が果たされる。

【0038】次に上述したセンサ／スティミュレータ・ユニット11による前記導体回路基板46に対する欠陥検査の好ましい実施態様とその検出作用について、今少し詳しく説明する。図5はセンサ／スティミュレータ・ユニット11と、接地基準面49上に載置固定された導電回路基板46との関係を模式的に示すもので、45は導電回路基板46上の導電パターンを示している。そしてセンサ／スティミュレータ・ユニット11の2つのスティミュレータ32A、32Bに位相が180°異なり、且つ振幅の等しい交流信号それぞれ印加して電磁波を放射させ、この電磁波を受けて導電パターン45に生じる変位電流をセンサ21を介して検出する状態を示している。

【0039】この場合における電気的なループは、図5に示すように導電パターン45と前記スティミュレータ32A、32Bおよびセンサ21との上面側空間47を介する容量結合、および導電パターン45と接地基準面49との上面側空間48（導電回路基板46のベース）を介する容量結合により形成される。具体的には、導電パターン45と前記スティミュレータ32A、32Bおよびセンサ21、およびこれらを電気的に分離している接地シールド33A、33Bとの間は、図5に示すように容量C1、C2、C3、C4、C5によりそれぞれ空間的に結合され、また導電パターン45と接地基準面49との間は容量C6により空間的に結合された状態となる。そしてその等価的な電気回路は図6に示すような閉回路となる。

【0040】ここで前記センサ21による導電パターン45に生じた変位電流の検出は、丁度、導電パターン45と前記センサ21との間を空間的に結合する上記容量C3を流れる電流isを検出することに相当する。この電流isは、スティミュレータ32A、32Bにそれぞれ印加する交流信号をV1、V2とすると

$$V_1 = (i_1 / j \omega C_1) + (i_3 / j \omega C_A)$$

$$V_2 = (i_2 / j \omega C_5) + (i_3 / j \omega C_A)$$

$$i_3 = i_1 + i_2$$

$$C_A = C_2 + C_3 + C_4 + C_6$$

50 これらの関係から、



$$i_1 = j\omega C_1 V_1 - i_3 (C_1 / CA)$$

$$i_2 = j\omega C_5 V_2 - i_3 (C_5 / CA)$$

$$\begin{aligned} i_3 &= j\omega C_1 V_1 - i_3 (C_1 / CA) + j\omega C_5 V_2 - i_3 (C_5 / CA) \\ &= j\omega (C_1 V_1 + C_5 V_2) - i_3 ((C_1 + C_5) / CA) \end{aligned}$$

が導かれる。従って合成容量CAに流れる電流*i*<sub>3</sub>は

$$\begin{aligned} i_3 &= j\omega (C_1 V_1 + C_5 V_2) / \{1 + ((C_1 + C_5) / CA)\} \\ &= j\omega CA (C_1 V_1 + C_5 V_2) / (CA + C_1 + C_5) \end{aligned}$$

として求められる。しかして容量C<sub>3</sub>を流れる電流*i*<sub>s</sub>は、前述した並列関係にある4つの容量C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>6</sub>※

$$\begin{aligned} i_s &= i_3 (C_3 / CA) \\ &= j\omega CA (C_1 V_1 + C_5 V_2) C_3 / (CA + C_1 + C_5) CA \\ &= j\omega C_3 (C_1 V_1 + C_5 V_2) / (C_2 + C_3 + C_4 + C_6 + C_1 + C_5) \end{aligned}$$

となる。

【0042】従って前述したように2つのスティミュレータ32A, 32Bに対して位相が180°異なり、且つ振幅の等しい交流信号V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>を加えるものとする、

$$V_1 = -V_2$$

であることから、導電パターン45とスティミュレータ32A, 32Bとの間にそれぞれ形成される容量C<sub>1</sub>, C<sub>5</sub>が等しい場合、つまり導電パターン45に対してスティミュレータ32A, 32Bが対称に対向した場合、電流*i*<sub>s</sub>で示されるセンサ21の出力が零[0]となる。そして導電パターン45に対してスティミュレータ32A, 32Bの対向配置関係が非対称となった場合には、そのずれに応じて容量C<sub>1</sub>, C<sub>5</sub>が変化することから、交流信号V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>のうちのいずれかの成分が強く現れることになる。

【0043】この結果、或るパターン幅の導電パターン45を、その幅方向に走査すると、センサ21の出力は図7に示すように変化することになり、センサ21が上記導電パターン45の中心位置に対向し、スティミュレータ32A, 32Bが導電パターン45に対して対称に対向する走査位置において、その出力が零[0]となる。尚、図7における複数の出力特性は、前記上面側空間47の間隔を変化させた時のもので、特性71は上面側空間47が0.005インチの場合、特性72は0.010インチの場合、特性73は0.015インチの場合、そして特性74は0.020インチの場合をそれぞれ示している。

【0044】そして2つのスティミュレータ32A, 32Bの一方だけが導電パターン45に対向する場合には、容量C<sub>1</sub>, C<sub>5</sub>の一方だけが作用し、また容量C<sub>3</sub>が殆どなくなることから、電流*i*<sub>s</sub>がほぼ零[0]となる。尚、2つのスティミュレータ32A, 32Bに同相で、且つ振幅の等しい交流信号V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>を印加した場合、スティミュレータ32A, 32Bが導電パターン45に対称に対向する走査位置において容量C<sub>3</sub>に流れる電流*i*<sub>s</sub>と、スティミュレータ32A, 32Bが導電パターン45の一方が導電パターン45と対向する位置から離れよ

※が導かれ、更に

＊

うとする時の容量C<sub>3</sub>に流れる電流*i*<sub>s</sub>とは、高々2倍程度の差しか生じなくなる。しかしその電流*i*<sub>s</sub>自体は、交流信号V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>が同相であるので逆相の交流信号を用いる場合の約2倍となる。しかもこの場合であっても、2つのスティミュレータ32A, 32Bの一方だけが導電パターン45に対向する場合には、容量C<sub>1</sub>, C<sub>5</sub>の一方だけが作用し、また容量C<sub>3</sub>が殆どなくなることから、容量C<sub>3</sub>に流れる電流*i*<sub>s</sub>はほぼ零[0]となる。

【0045】従ってスティミュレータ32A, 32Bに同相で、且つ振幅の等しい交流信号V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>を印加した場合には、その検出感度を高めることができ、特に導電パターンとの間の結合容量が小さいような微細パターンにおける途切れを検査するような場合に、有効に作用させることができる。かくして上述した如き原理作用のもとで導体回路基板46上に生じられる電位を検出して導電パターン46を検査する本発明の検査装置によれば、例えば切断部位のない導電パターンを走査した場合、そのセンサ21の出力は図8に示すように変化する。また途切れを有する導電パターンを走査した場合には、その出力は図9に示すようになる。従ってこのようにして求められる導電回路基板46の固有の電位分布の特徴を、既知の標準電位分布と比較すれば、どの部位においてその特徴が異なっているかを検出することができ、ここにその欠陥検査を行うことが可能となり、その差違から導電パターンの途切れであるか、或いは短絡であるかを検出判定することが可能となる。

【0046】即ち、上述した本装置による検査法によれば、例えば導体回路基板46を走査して得られた特徴パターンと、予め検証されている標準パターンの既知なる特徴パターンとを比較することによって、導電パターンの不本意な切断箇所や短絡箇所を、その位置情報と共に得ることが可能となるので、その検査処理を非常に簡単に行うことが可能となる。しかもパターン照合に際しては、例えば予め導体回路基板上に位置合わせの為の特徴部分を形成しておけば、その部位における特定パターンから、該センサによって検出される全体的な特徴パターンを位置補正することができる。従って導体回路基板46を走査するに際して、例えば光学式カメラを用い、マ

マイクロメータを用いて導体回路基板46の設置位置を高精度に調整する等の位置合わせ作業が不要となり、その検査作業の簡易化を図ることが可能となる等の効果が奏せられる。

【0047】更には本検査法によれば、従来の光学式の検査法とは異なるので、例えばスルーホール近傍の導電パターン部分についても、その良否を高精度に検査することができる等の格別なる効果が期待できる。以上、本発明の好適な実施例について説明したが、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々の変形して実施可能なことは言うまでもない。例えばセンサ/スティミュレータ・ユニットに実装する部品や、その形状・寸法、更にはスティミュレータおよびセンサの構成は種々変形可能である。また導体回路基板に対する走査の仕方も種々変形可能である。例えば基本的には、センサ21の並び方向と直角な方向に導体回路基板46を走査しながら、上記センサ21を順次に走査駆動することでその全面走査が可能であるが、導体回路基板46を一方向に全面走査した後、その走査方向を90°変更した後、再度全面走査するようにしても良い。

【0048】またここでは導体回路基板として一般的なプリント回路基板を例に説明したが、液晶回路基板やプラズマ表示パネル等の回路基板の検査にも同様に適用することができる。

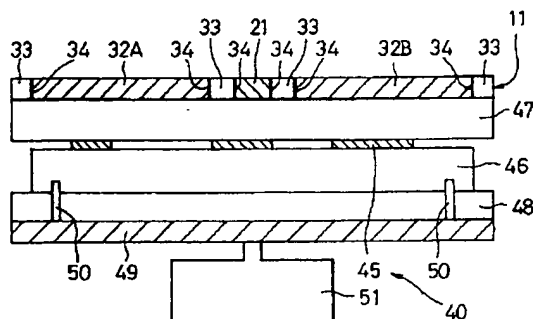
【0049】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、導電回路基板に対して非接触に、しかも電磁波を用いて該導電回路基板の欠陥を検査することができる。しかも従来のように導電回路基板の機能を予め解析したり、また隣接部品を絶縁・分離したりすることなく、その欠陥検査を行い得る。更には部品実装前のプリント回路基板自体であっても、或いは部品実装後の回路基板の状態であっても、その状態において簡易に、且つ効果的に欠陥検査することができ、各種製品管理を行う上でその実用的利点は多大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る検査装置の概略構成\*

【図4】



\*を示すブロック図。

【図2】センサ・インターフェース回路の構成例を示すブロック図。

【図3】センサ/スティミュレータ・ユニットの概略的な平面構成図。

【図4】検査装置に対する導電回路基板のセットアップ例を示す模式的な断面図。

【図5】センサ/スティミュレータ・ユニットによる導電パターンの検出作用を説明するための図。

10 【図6】図5に示す検出回路の電気的な等価回路を示す図。

【図7】センサ/スティミュレータ・ユニットの検出特性を示す図。

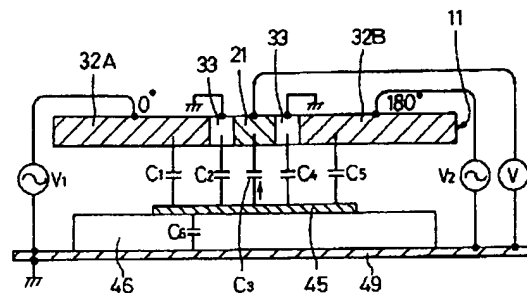
【図8】切断箇所のない導電パターンを走査したときの検出特性を示す図。

【図9】途切れを有する導電パターンを走査したときの検出特性を図8に対比して示す図。

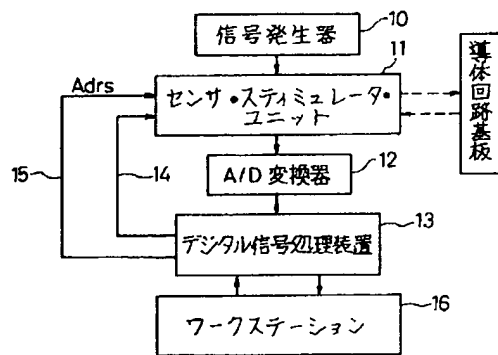
【符号の説明】

- 10 信号発生器
- 20 11 センサ/スティミュレータ・ユニット
- 13 デジタル信号処理装置
- 21 センサ
- 22 マルチプレクサ
- 24 インピーダンス変換型増幅器
- 31 センサ配列体
- 32 A, 32 B スティミュレータ
- 33 接地シールド
- 34 絶縁パターン
- 45 導電パターン
- 30 46 導電回路基板
- 47 上面側空間
- 48 下面側空間
- 49 接地基準面
- C1, C2, C3, C4, C5, C6 結合容量
- V1, V2 交流信号
- i<sub>s</sub> センサ電流

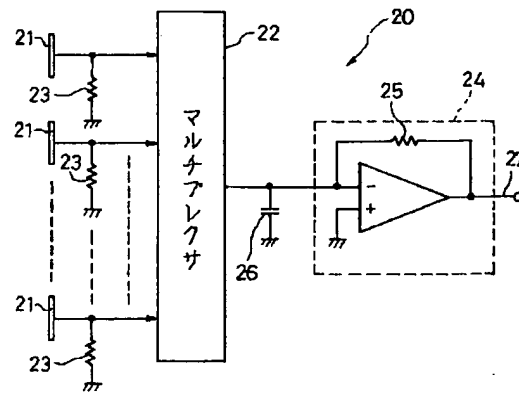
【図5】



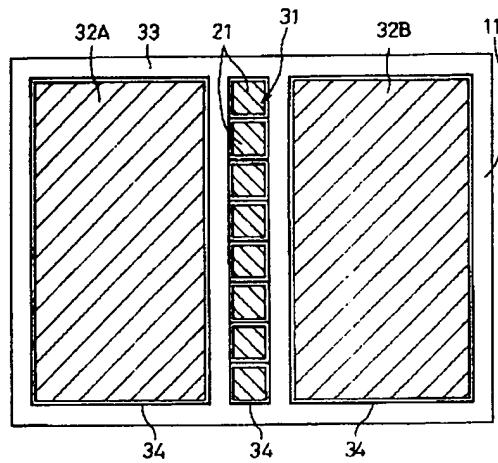
【図1】



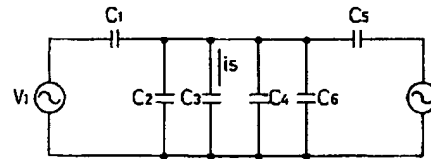
【図2】



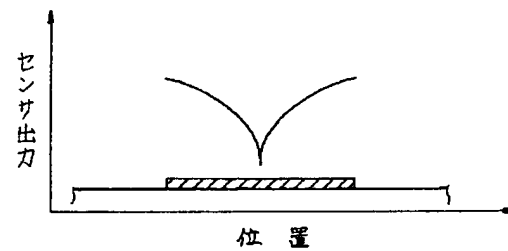
【図3】



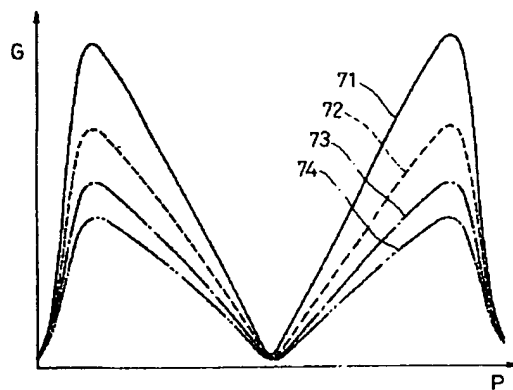
【図6】



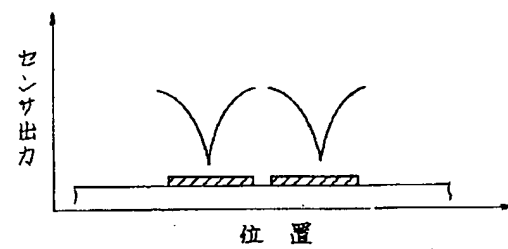
【図8】



【図7】



【図9】



**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention -- a conductor -  
- a suitable conductor to carry out non-contact inspection of the manufacture  
defect of the circuit board -- it is related with the inspection method of the  
circuit board, and test equipment

[0002]

[Related background technology] the so-called conductors, such as a printed  
circuit board and a liquid crystal display substrate, -- under manufacture of the  
circuit board, or its handling -- setting -- a conductor -- there are the conductor  
pattern on the circuit board, its mounting electronic parts, and that defects,  
such as circuit opening (open circuit) and a short circuit, occur among these  
both further such [ for a manufacturer ] a defect -- \*\* -- it finds out  
economically [ it is early and ] exact moreover, and it is required to cope with  
it Moreover, it is necessary to conduct defective inspection which not only the  
printed circuit board that mounted passive circuit elements but the printed  
circuit board before passive-circuit-elements mounting itself mentioned above  
at a low price for quality-of-conformance management.

[0003] By the way, many surface mount technologies come to be used, an  
integrated circuit and a printed circuit board are complicated in connection  
with this, and, moreover, it operates on high frequency in recent years. For  
this reason, inspection of a printed circuit board is also difficulty-ized. If it is  
in the automatic check of the conventional printed circuit board, the signal  
was chiefly impressed to the printed circuit board through the inspection pin  
of a lot, and the output signal which appears in another inspection pin is  
measured. When the printed circuit board specifically made into a subject of

examination is operated, a predetermined input signal is given and the circuit mounted in this printed circuit board distinguishes whether the proper output signal is generated, the functional test is performed.

[0004] Moreover, inspection of the printed circuit board itself is conducted using the tester of for example, a nail-matrix formula. That is, this tester equips the electric conduction pattern formed of the metallic foil of the printed circuit board made into a subject of examination with two or more pins (probe) which contact directly. And the predetermined input signal was alternatively impressed to the various nodes on a printed circuit board through a certain pin, and the output signal which appears in another node on this printed circuit board corresponding to this input signal is measured through another pin.

[0005] However, it is necessary to set up the test routine for obtaining the output signal which gives an input signal to a suitable node after insulating the circuit (passive circuit elements) mounted in the printed circuit board made into a subject of examination, if it was in the tester of this kind of conventional nail-matrix formula, and is expected from another node. For this reason, it is necessary to know beforehand the function of the circuit mounted in the printed circuit board.

[0006] On the other hand, the probe of a non-contact formula is used in the measurement about a RF microwave circuit. However, since the bandwidth of the above-mentioned probe is wide to the printed circuit board which generally mounted the circuit which operates on the frequency of 1GHz or less, the inspection is difficult. moreover, electromagnetism [ in / a printed circuit board / on the field of inspection equipment, and ] -- the equipment for evaluating influence of-like is developed however, this kind of equipment detects the information about the electromagnetic compatibility which occurs in the printed circuit board which mounted the active circuit at a present stage -- \*\*\*\* -- it does not pass, but in order to detect the information about the performance of the printed circuit board itself, there is fault referred to as being unable to use it

[0007] Now, the inspection method of the printed circuit board performed in U.S. Pat. No. 5,218,294 without using the tester of a nail-matrix formula is indicated. For this patent, this printed circuit board is stimulated by the alternating current (AC) signal through the power line and the grounding conductor of a printed circuit board, and carrying out non-contact measurement of the electromagnetic-field distribution near the printed circuit board in this state is indicated. and the electromagnetism of the printed circuit

board made into a subject of examination -- the electromagnetism of the-like feature and the standard printed circuit board which is a known excellent article beforehand -- it has distinguished whether the-like feature is compared and the printed circuit board concerned has a defect

[0008] Moreover, by exciting the printed circuit board which carried out contiguity arrangement on an electromagnetic radiation measurement probe array object, in U.S. Pat. No. 4,829,238, the above-mentioned probe array object detects the electromagnetic radiation from this printed circuit board, and carrying out the monitor of this is indicated. Moreover, in order to remove the electromagnetic compatibility produced on a printed circuit board or its mounting parts in U.S. Pat. No. 5,006,788 divided from this application or to carry out the monitor of the electromagnetic compatibility to it, the technology which measures the electromagnetic radiation from the above-mentioned printed circuit board is shown. However, inspection of the printed circuit board for distinguishing a manufacture defect which does not cause interference of electromagnetic radiation is not shown in this patent at all. In addition, about the technique of detecting unwilling electromagnetic radiation and inspecting a printed circuit board, there are various patents as quoted by this patent.

[0009] On the other hand, the another printed-circuit-board inspection method is indicated by U.S. JP,4,583,042,B. That is, the test equipment of the printed circuit board which measures electrical continuity and the integrity of a track segment is indicated by this patent. This equipment had the capacity meter equipped with the detection terminal of a couple, connected one detection terminal to conductive rear-face side datum level, and has connected the detection terminal of another side to an inspection probe. In addition, this inspection probe consists of a shielded one spot type probe. And the voltage level of a detection terminal was measured with this inspection probe, and track segment capacity is distinguished from the voltage drop between sensors. In addition, it is moved to the printed circuit board made into a subject of examination, and this inspection probe is contacted one by one with all the inspection points on this printed circuit board.

[0010] The fault of this equipment is a point that it is necessary to contact electrically an inspection probe and the printed circuit board under inspection. Moreover, with this equipment, since it is necessary to determine beforehand the position of the inspection point on a printed circuit board in advance of probe inspection, there is a problem greatly referred to as dependent on the layout of the circuit board. Furthermore, in order to perform exact

measurement, it becomes indispensable to lose the air gap between the printed circuit boards and datum level which are made into a subject of examination. [0011] Moreover, still more nearly another test equipment to a printed circuit board is indicated by U.S. JP,5,124,660,B. The equipment shown in this patent distinguishes whether an I/O pin exists in the semiconductor parts mounted in the printed circuit board, and distinguishes whether the I/O pin is soldered to the printed circuit board proper on it. This equipment possesses the VCO connected to the metal electrode which carried out opposite arrangement on the surface of the integrated circuit package, and this metal electrode. And it inspects by connecting the probe pin in the tester of a nail-matrix formula to the electric conduction pattern of a printed circuit board with which the I/O pin made into a subject of examination was soldered. Then, since capacity coupling of the signal from the aforementioned VCO will be carried out to the I/O pin made into a subject of examination through an integrated circuit package, if current is measured by the current measuring instrument through the aforementioned probe pin, the aforementioned I/O pin will be connected to the printed circuit board.

[0012] However, this equipment has a fault of making the printed circuit board which makes a probe pin a subject of examination contact directly. And since it is necessary to decide the position of the inspection point by the probe pin, there is also another fault that inspection is dependent on the layout of the circuit board. Furthermore, with this equipment, there is also a fault referred to as being able to inspect the connection state between the terminal (pin) of mounting parts and the node of a printed circuit board.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] clear from the above background - - as -- this field -- passive-circuit-elements mounting -- finishing -- conductors, such as a printed circuit board in the state where an electric power supply has not been carried out, and the printed circuit board before passive-circuit-elements mounting itself, -- the equipment and the method of detecting the manufacture defect of the circuit board are needed furthermore, a conductor -- development of test equipment with the unnecessary and analysis of the circuit function in the circuit board and unnecessary separating or insulating the mounting parts adjoined on a printed circuit board for the inspection is needed Moreover, not to excite to an eigenstate is demanded in this field, without operating a printed circuit board to be examined during the inspection (operation). furthermore, it is unnecessary to contact electrically directly the test equipment of a non-contact formula, i.e., the printed circuit

board with which inspection is presented and a sensor, and a power supply, and this field requires the easy test equipment of the handling which can conduct inspection of a printed circuit board, without being dependent on the structure and the function of this printed circuit board again

[0014] the solution over the fault of a large number [ in / the advanced technology / this invention was made in consideration of such a situation, and / in the purpose ] -- providing -- conductors, such as a printed circuit board and a liquid crystal display substrate, -- a suitable conductor to carry out non-contact inspection of the manufacture defect of the circuit board moreover correctly -- it is in offering the inspection method of the circuit board, and test equipment

[0015]

[Means for Solving the Problem] the technical problem mentioned above -- it should solve -- this invention -- a conductor -- using an electromagnetic wave for the signal impression to the circuit board, and using the sensor of a non-contact formula for a signal detection -- it is -- the conductor under inspection -- the inspection method which made electric contact to the circuit board unnecessary is offered moreover, this invention -- a conductor -- the circuit functional analysis of the circuit board being unnecessary, and separation and an insulation of adjoining mounting parts being unnecessary, and forming a still more peculiar excitation state -- unnecessary -- moreover, the conductor under inspection -- the test equipment which does not require the direct electrical connection to the circuit board is offered

[0016] SUTIMYURETA that is, the test equipment concerning this invention is driven with an alternating current signal generator -- having -- a conductor - - for emitting an electromagnetic wave to the circuit board It has a sensor / SUTIMYURETA unit equipped with the ground-plane shield with which the sensor array object which consists of two or more sensors, and above-mentioned SUTIMYURETA and a sensor are insulated. a conductor -- the circuit board -- predetermined upper part side space -- minding -- lower part side space predetermined [ isolating from the aforementioned sensor / SUTIMYURETA unit and ] -- minding -- from grounding datum level -- isolating -- the above -- a conductor -- it has the positioning mechanism in which the circuit board is positioned, and is constituted

[0017] moreover, the test equipment concerning this invention -- further -- the above -- a conductor -- the move mechanism for scanning the circuit board -- containing -- further -- a conductor -- it has a computer analysis means for distinguishing the existence of the defect in the circuit board, and is



constituted SUTIMYURETA and grounding datum level in this invention -- a conductor -- the means for establishing the electric field gradient which meets the electric conduction pattern and mounting parts on the circuit board is constituted moreover -- this invention -- a conductor -- in order to establish the electric-field potential inclination which meets the electric conduction pattern and mounting parts on the circuit board, the alternating current signal with which an amplitude is equal and 180 degrees of phases differ mutually is supplied to SUTIMYURETA of the couple which consists of anterior part and posterior part SUTIMYURETA furthermore, a conductor -- when establishing the uniform electric-field potential which meets the electric conduction pattern and mounting parts on the circuit board, or when inspecting a detailed electric conduction pattern, a signal with equal amplitude and phase is mutually supplied to SUTIMYURETA of the aforementioned couple

[0018] moreover -- according to this invention -- the so-called one side before component mounting -- a conductor -- the conductor which has the electric conduction pattern of the circuit board or inner layer structure -- the case where the circuit board is inspected -- grounding datum level -- a conductor -- it connects with the unilateral (inferior surface of tongue) of the circuit board too hastily moreover, the aforementioned inferior-surface-of-tongue side space -- a conductor -- it uses in order to isolate the circuit board from grounding datum level -- having -- this -- a multilayer-structure type conductor -- inspection of the circuit board is enabled

[0019] according to this invention -- the time of the operation -- an alternating current (AC) power supply -- SUTIMYURETA -- a signal -- giving -- this -- SUTIMYURETA -- a conductor -- an electromagnetic wave is emitted to the circuit board and a sensor -- a conductor -- the displacement current in which the electric conduction pattern or mounting parts on the circuit board occur in response to the above-mentioned electromagnetic wave is detected On the other hand, electronic equipment has low-impedance-ized the aforementioned sensor using impedance-conversion type amplifier (wide band width-of-face amplifier). The insulation between the sensors which adjoin by this low-impedance-ization is raised, and the SN ratio in a sensor is raised. and a sensor and a conductor -- a means to detect the displacement current which flows between the electric conduction pattern on the circuit board and mounting parts to high sensitivity is realized Furthermore, electronic equipment is aiming at improvement in the design performance by reducing interference between channels using a multiplexer and the aforementioned impedance-conversion type amplifier.

[0020] a deer -- carrying out -- a conductor -- scanning the whole surface of the circuit board -- a conductor -- the displacement current feature of the circuit board is acquired carrying out computer analysis of this feature -- a conductor -- it becomes detectable [ defects, such as a short circuit, opening, etc. in the circuit board, ] especially -- a defective recognition system -- setting -- a conductor -- the standard of the excellent article which is the same and does not have a defect in the feature pattern of the above-mentioned displacement current of the circuit board -- a conductor -- the conductor which is comparing with the known of the circuit board, or the desired feature pattern, and does not have failure -- the circuit board (a standard conductor circuit board) and the conductor which may be out of order -- a difference with the circuit board (a conductor to be examined circuit board) is measured [0021] case this difference is larger than a predetermined threshold -- this -- a conductor -- the circuit board is out of order -- or permission -- it is diagnosed that it is out of tolerance moreover, the above-mentioned difference is smaller than a predetermined threshold -- if it becomes -- this -- a conductor -- it is judged with the circuit board not being out of order If statistical analysis is incidentally performed, information, such as the detailed information about the found-out failure, for example, a defective position, and defective classification, and a concrete target can acquire the information on the defective position of defects, such as a way piece of an electric conduction pattern, and a short circuit.

[0022] in addition, the conductor which is not out of order -- the conductor of the excellent article with which it is checked that the so-called known feature pattern of the circuit board does not have failure -- the conductor which makes the circuit board a subject of examination -- it asks by performing theoretical calculation which scans like the circuit board or follows a design specification the above-mentioned design specification -- a conductor -- it is easily obtained from the CAD tool used for layout creation of the circuit board

[0023] moreover, it mentioned above -- as -- carrying out -- comparison collating with the feature pattern -- carrying out -- facing -- a conductor -- detecting the specific pattern in the output pattern from the aforementioned sensor means which scans the circuit board and is acquired, and pinpointing the position which obtained this specific pattern -- the aforementioned output pattern -- a position amendment -- what is necessary is just to make it like thus -- if it carries out -- a conductor -- the circuit board -- inspecting -- facing -- each time -- a conductor -- even if it does not adjust physical relationship of the circuit board and a sensor means (alignment), from the output pattern itself

obtained by the complete scan, the field made into a subject of examination is pinpointed correctly, and position amendment can be carried out and it can inspect

[0024]

[Embodiments of the Invention] next, the conductor concerning this invention -- the inspection method of the circuit board and the operation gestalt of test equipment are explained with reference to a drawing Drawing 1 is drawing showing the rough hardware composition of the test equipment of the non-contact formula concerning one example of this invention. SUTIMYURETA of one or more [ signal generator / 10 ] -- receiving -- continuous -- a (alternating current AC) sine wave signal -- supplying -- this SUTIMYURETA -- driving -- a conductor -- an electromagnetic wave is impressed to the circuit board 17 two or more sensors on a sensor / SUTIMYURETA unit 11 -- an electromagnetic wave -- receiving -- a conductor -- the size of the displacement current from the electric conduction pattern which occurs on the circuit board 17, or mounting parts is detected continuously

[0025] The analog signal detected by the aforementioned sensor is digitized by the analog-to-digital converter (A/D converter) 12. Digital-signal-processing equipment (DSP) 13 inputs the digital data changed by A/D converter 12, and it is used in order to detect the peak value of the aforementioned displacement current. DSP13 -- the above -- a conductor -- the above-mentioned peak value is sent out to the computer workstation 16 to analyze the displacement current which occurred on the electric conduction pattern or mounting parts of the circuit board 17 Moreover, DSP13 initializes aforementioned SUTIMYURETA, in order to obtain necessary electromagnetic radiation from a sensor / SUTIMYURETA unit 11, is setting up the sensor address in predetermined order further, and is enabling sending out of necessary analog data one by one to aforementioned A/D converter 12.

[0026] In addition, the computer workstation 16 sent out instructions to the above DSP 13, and has inputted the peak value of the aforementioned displacement current from the above DSP 13 for analysis and the failure judging. Drawing 2 is the block diagram showing the example of composition of the sensor interface circuitry 20 used for the signal-detection processing in a sensor 21. This sensor interface circuitry 20 is realized as a part of sensor / SUTIMYURETA unit 11 shown in drawing 1 . Two or more sensors 21 which form a sensor array object are connected to the input channel of a multiplexer 22, respectively, and input resistance 23 is connected between each of these

input channels and each aforementioned sensor 21, respectively. Such input resistance 23 is low-impedance-izing each aforementioned sensor 21, and has played the role which prevents the capacitive combination between the adjoining sensors 21.

[0027] The impedance-conversion type amplifier 24 is connected to the output of the aforementioned multiplexer 22. The output 27 of this impedance-conversion type amplifier 24 is given to the aforementioned analog-to-digital converter 12, and is digitized for signal processing. This impedance-conversion type amplifier 24 is wideband amplifier, and it is used in order to make an input impedance low. By low input-impedance-ization by this amplifier 24, the displacement current detected by the aforementioned sensor 21 flows the feedback resistance 25, without flowing the capacitor 26 for shunts, and input resistance 23. In addition, the capacitor 26 for shunts is formed in the output stage of the aforementioned multiplexer 22, and is realized as an internal circuitry (illustration abbreviation) of a multiplexer 22 in fact.

[0028] In addition, the sensor interface circuitry 20 constituted is formed in the tooth-back side of the aforementioned sensor / SUTIMYURETA unit 11 like the above. Moreover, in relation to the sensor interface circuitry shown in drawing 2, A/D converter 12 and DSP13 which were mentioned above are contained in this sensor interface circuitry (electronic equipment) 20. The sensor interface circuitry 20 constituted as a deer was carried out and having been mentioned above is lessening the number of amplifier required for a signal detection, and simplification of the composition is attained.

Furthermore, in this configuration, interference between channels is reduced by connecting the impedance-conversion type amplifier 24 to the output stage of a multiplexer 22, an SN ratio is made high, and the high performance-ization is attained. Since the noise component incidentally detected by the aforementioned sensor 21 is proportional to the square root of the value (R) of the feedback resistance 25 of the impedance-conversion type amplifier 24 and a signal component is proportional to the value (R) of the above-mentioned feedback resistance 25, the high SN ratio has been obtained by this.

[0029] Drawing 3 shows the rough flat-surface composition of the aforementioned sensor / SUTIMYURETA unit 11. The arrangement composition of the sensor array object 31 and SUTIMYURETA 32A and 32B which become this drawing 3 from two or more sensors 21 is specified, and arrangement of the grounding shield 33 and the insulating line 34 is specified further. That is, the sensor array object 31 which comes to arrange two or

more sensors 21 in the shape of a straight line is located and formed in the geometric center between anterior part SUTIMYURETA32A and posterior part SUTIMYURETA 32B. And it is mutually isolated by the sensor array object 31 and two SUTIMYURETA 32A and 32B being surrounded with the grounding shield 33 in the circumference, respectively, and forming the insulating line 34 among these. In addition, each sensor 21 is electrically separated by the insulating line 34, respectively.

[0030] Drawing 4 is the typical cross section showing the state 40 where the electric conduction circuit board made into a subject of examination was set up in the test equipment possessing the sensor / SUTIMYURETA unit 11 mentioned above. Positioning fixation of the electric conduction circuit board 46 made into a subject of examination is carried out through the predetermined inferior-surface-of-tongue side space 48 on the grounding datum level 49. This positioning is performed to the gage pin 50 which protruded on the predetermined position of the grounding datum level 49 by fitting in etc. carrying out the locating hole of the electric conduction circuit board 46. And adsorption fixation of the electric conduction circuit board 46 positioned by the position using the above-mentioned gage pin 50 is carried out at this grounding datum level 49 by drawing in to the grounding datum level 49 with a vacuum pump 51.

[0031] Thus, to the electric conduction circuit board 46 by which positioning fixation was carried out through the inferior-surface-of-tongue side space 48 on the grounding datum level 49, the predetermined upper surface side space 47 is separated from the upper part, and opposite arrangement of aforementioned sensor / SUTIMYURETA unit 11 is carried out. this sensor / SUTIMYURETA unit 11, and the aforementioned electric conduction circuit board 46 prepare possible [ relative displacement in the state where the above-mentioned upper surface side space 48 was kept constant by the move meanses (move stage etc.) which are not illustrated ] -- having -- \*\*\*\* -- thereby -- a conductor -- the whole surface of the circuit board 46 is scanned by aforementioned sensor / SUTIMYURETA unit 11

[0032] A deer is carried out and AC sine wave signal is supplied from the aforementioned signal generator 10 to each of the aforementioned two SUTIMYURETA 32A and 32B of a sensor / SUTIMYURETA unit 11 at the time of the operation. the conductor before passive-circuit-elements mounting -- as an alternating current signal for generating the electromagnetic wave impressed to the circuit board 46, the frequency of 10kHz or 1MHz is used, for example moreover, the conductor in the state [ finishing / passive-circuit-

elements mounting ] where an electric power supply has not been carried out, as an alternating current signal for generating the electromagnetic wave impressed to the circuit board 46, the frequency within the limits of 1MHz or 20MHz is used, for example

[0033] SUTIMYURETA 32A and 32B which the above-mentioned alternating current signal is impressed and is driven -- an electromagnetic wave -- emanating -- this electromagnetic wave -- a conductor -- the upper surface side space 47 of the circuit board 46 is spread this electromagnetic wave -- a conductor -- the circuit board 46 -- interacting -- current (eddy current) -- occurring -- a conductor -- the electric conduction pattern 45 and mounting parts on the circuit board 46 are made to generate a predetermined charge Consequently, potential arises on the electric conduction pattern 45 and mounting parts, and a sensor 21 detects the size as the displacement current.

[0034] the aforementioned move means -- driving -- a conductor -- if the circuit board 46 whole is scanned -- this -- a conductor -- a displacement current distribution peculiar to the circuit board 46 is formed, and the feature is detected the conductor by this move means -- the scan of the circuit board 46 -- for example, a conductor -- it is made by carrying out the parallel displacement of a sensor / the SUTIMYURETA unit 11 in the state where the circuit board 46 was made to stand it still or the state where the sensor / SUTIMYURETA unit 11 was made to stand it still conversely -- a conductor - - it is made by carrying out the parallel displacement of the circuit board 46 analyzing the feature of the displacement current distribution called for by such scan by aforementioned computer workstation 16 -- a conductor -- the manufacture defect of the circuit board 46 is detected

[0035] in addition, electromagnetic field and a conductor -- it depends for the interaction with the circuit board 46 on the composition of the undersurface side space 48, and an arrangement relation with the grounding datum level 49 incidentally -- a conductor -- if only the electric conduction pattern 45 by the side of the upper surface of the circuit board 46 is inspected, since the base of the electric conduction circuit board 46 itself will function as undersurface side space, it is unnecessary to set up the undersurface side space 48 exceptionally therefore, a conductor -- it is possible to position the circuit board 46 in the upper surface of the aforementioned grounding datum level 49 directly in this case, two or more sensors 21 which constitute the sensor array object 31 -- a conductor -- the size of the displacement current which occurred to the electric conduction pattern 45 by the side of the upper surface of the

circuit board 46 will be detected moreover -- this case -- SUTIMYURETA 32A and 32B and a conductor -- the electromagnetic interaction between the circuit boards 46 will become simple

[0036] one scan -- a conductor -- a conductor when inspecting the whole circuit board 46 that is, -- the upper surface of the circuit board 46 and the undersurface, and the case where all, such as the interlayer, are inspected further -- a conductor -- in order to make possible the electromagnetic interaction of all the mounting parts on the circuit board 46, and electric conduction patterns, the undersurface side space 48 is needed in this case, the grounding datum level 49 -- a conductor -- since it will separate from the circuit board 46 and will be arranged, some electromagnetic interactions become complicated however -- even if it is which case -- a sensor 21 -- a conductor -- it is unchanging for detecting the amplitude of the displacement current from the circuit board 46

[0037] in addition, a conductor -- it is possible to constitute the aforementioned upper surface side space 47 and the undersurface side space 48 with the combination of an air gap, a dielectric mould material, or both according to the form and the contents of inspection of the circuit board 46 If space 47 and 48 is formed especially using a dielectric mould material, the role on which the electromagnetic field from SUTIMYURETA 32A and 32B are centralized will be played.

[0038] next, the above by the sensor / SUTIMYURETA unit 11 mentioned above -- a conductor -- the desirable embodiment and detection operation of the defective inspection to the circuit board 46 are explained now somewhat in detail Drawing 5 shows typically the relation between a sensor / SUTIMYURETA unit 11, and the electric conduction circuit board 46 by which installation fixation was carried out on the grounding datum level 49, and 45 shows the electric conduction pattern on the electric conduction circuit board 46. and an alternating current signal with an amplitude equal [ that 180 degrees of phases differ in two SUTIMYURETA 32A and 32B of a sensor / SUTIMYURETA unit 11 ] -- each impress, an electromagnetic wave is made to emit and the state of detecting the displacement current produced to the electric conduction pattern 45 in response to this electromagnetic wave through a sensor 21 is shown

[0039] In this case, the electric loop which can be set is formed of capacity coupling which minds the electric conduction pattern 45, aforementioned SUTIMYURETA 32A and 32B, and the upper surface side space 47 with a sensor 21 as shown in drawing 5 , and capacity coupling through the upper

surface side space 48 (base of the electric conduction circuit board 46) of the electric conduction pattern 45 and the grounding datum level 49. Specifically, between the electric conduction pattern 45, aforementioned SUTIMYURETA 32A and 32B, a sensor 21, and the grounding shields 33A and 33B that have separated these electrically, as shown in drawing 5, they are capacity C1, C2, C3, C4, and C5. It is combined spatially, respectively and will be in the state where it was spatially combined by capacity C6, between the electric conduction pattern 45 and the grounding datum level 49. And the equivalence-electrical circuit turns into a closed circuit as shown in drawing 6.

[0040] Detection of the displacement current produced to the electric conduction pattern 45 by the aforementioned sensor 21 here is equivalent to detecting the current is which flows exactly the above-mentioned capacity C3 which combines spatially between the electric conduction pattern 45 and the aforementioned sensors 21. This current is the alternating current signal impressed to SUTIMYURETA 32A and 32B, respectively V1 and V2 If it carries out is  $=j\omega C3(C1V1+C5V2)/(C1+C2+C3+C4+C5+C6)$  It becomes. The next relation is materialized, when synthetic capacity of four capacity C2, C3, C4, and C6 which has a parallel relation here was set to CA and the current which flows the current which flows in capacity C1 and C5, respectively in i1, i2, and the synthetic capacity CA is set to i3.

[0041]

$$V1 = (i1/j\omega C1) + (i3-/j\omega CA)$$

$$V2 = (i2/j\omega C5) + (i3-/j\omega CA)$$

$$i3 = i1 + i2 \quad CA = C2 + C3 + C4 + C6 \quad \text{-- } i1 \text{ from these relations} = j\omega C1 V1 - i3 (C1/CA)$$

$$i2 = j\omega C5 V2 - i3 (C5/CA)$$

$$**** \text{ -- him -- further -- } i3 = j\omega C1 V1 - i3 (C1/CA) + j\omega C5 V2 - i3 (C5/CA)$$

$$= j\omega (C1 V1 + C5 V2) - i3 (/CA) (C1 + C5)$$

\*\*\*\*\*. Therefore, current i3 which flows in the synthetic capacity CA

$$i3 = j\omega (C1 V1 + C5 V2) / \{1 + (C1 + C5) (/CA)\}$$

$$= j\omega CA (C1 V1 + C5 V2) / (CA + C1 + C5)$$

It asks by carrying out. From the current is which carries out a deer and flows capacity C3 being distributed proportionally between four capacity C2, C3, and C4 which has the parallel relation mentioned above, and C6 is = i3

$$(C3/CA)$$

$$= j\omega CA (C1 V1 + C5 V2) C3 / (CA + C1 + C5) \quad CA = j\omega C3 (C1 V1 + C5 V2) / (C2 + C3 + C4 + C6 + C1 + C5)$$



It becomes.

[0042] Therefore, if 180 degrees of phases shall differ and the equal alternating current signals V1 and V2 of an amplitude shall be added to two SUTIMYURETA 32A and 32B as mentioned above Capacity C1 and C5 formed between the electric conduction pattern 45 and SUTIMYURETA 32A and 32B, respectively since it is  $V1 = -V2$  When equal, That is, when SUTIMYURETA 32A and 32B counters symmetrically to the electric conduction pattern 45, the output of the sensor 21 shown with Current is serves as zero [0]. And when the opposite arrangement relation of SUTIMYURETA 32A and 32B becomes unsymmetrical to the electric conduction pattern 45, since capacity C1 and C5 changes according to the gap, the component of either of the alternating current signals V1 and V2 will appear strongly.

[0043] Consequently, if the electric conduction pattern 45 of a certain pattern width of face is scanned crosswise [ the ], in the scanning position where it will change in as the output of a sensor 21 is shown in drawing 7 , and a sensor 21 counters the center position of the above-mentioned electric conduction pattern 45, and SUTIMYURETA 32A and 32B counters symmetrically to the electric conduction pattern 45, the output will serve as zero [0]. In addition, when two or more output characteristics which can be set to drawing 7 are the things when changing the interval of the aforementioned upper surface side space 47 and the upper surface side space 47 of a property 71 is 0.005 inches, in the case of 0.010 inches, the property 73 shows the case of 0.015 inches and, as for the property 74, the property 72 shows the case of 0.020 inches, respectively.

[0044] And since only one side of capacity C1 and C5 acts and capacity C3 is almost lost when only one side of two SUTIMYURETA 32A and 32B counters the electric conduction pattern 45, Current is is set to about 0 [0]. In addition, when the equal alternating current signals V1 and V2 of an amplitude are impressed to two SUTIMYURETA 32A and 32B in phase, The current is to which SUTIMYURETA 32A and 32B flows in capacity C3 in the scanning position which counters symmetrically with the electric conduction pattern 45, the current is which flows in the capacity C3 boiled when SUTIMYURETA 32A and 32B considers as the method of a detached building from the position where one side of the electric conduction pattern 45 counters with the electric conduction pattern 45 -- at most -- only the difference about double precision is produced However, since the alternating current signals V1 and V2 are in phase, the current is itself becomes the twice

[ about ] in the case of using the alternating current signal of an antiphase. And since only one side of capacity C1 and C5 acts and capacity C3 is almost lost when only one side of two SUTIMYURETA 32A and 32B counters the electric conduction pattern 45 even if it is this case, the current which flows in capacity C3 is set to about 0 [0].

[0045] Therefore, when the equal alternating current signals V1 and V2 of an amplitude are impressed to SUTIMYURETA 32A and 32B in phase, the detection sensitivity can be raised, and when inspecting the way piece in a detailed pattern whose joint capacity between electric conduction patterns is small, it can be made to act effectively especially. the basis of the \*\*\*\* principle operation mentioned above in this way -- a conductor -- when the electric conduction pattern which does not have a cleavage site, for example is scanned according to the test equipment of this invention which detects the potential which occurs on the circuit board 46, and inspects the electric conduction pattern 46, the output of the sensor 21 changes, as shown in drawing 8 Moreover, when the electric conduction pattern which has a way piece is scanned, the output comes to be shown in drawing 9 . Therefore, it can detect [ of the electric conduction circuit board 46 called for by doing in this way ] in which part if the feature of a peculiar potential distribution is compared with a known standard-potential distribution, the features differ, it becomes possible to conduct the defective inspection here, and it becomes possible from the difference to carry out the detection judging of whether it is the way piece of an electric conduction pattern, or it is simplistic.

[0046] namely, -- according to the detection method by this equipment mentioned above -- a conductor -- the feature pattern which scanned the circuit board 46 and was obtained, and the standard pattern currently verified beforehand -- known -- since it becomes possible to acquire the unwilling cutting part and unwilling short circuit part of an electric conduction pattern with the positional information by comparing the feature pattern, it becomes possible to perform the inspection processing very simply and pattern matching -- facing -- for example -- beforehand -- a conductor -- the overall feature pattern which will be detected by this sensor from the specific pattern in the part if the feature portion for alignment is formed on the circuit board -- a position amendment -- things are made therefore, a conductor -- the circuit board 46 -- scanning -- facing -- for example, an optical camera -- using -- a micrometer -- using -- a conductor -- effects, like the alignment work of adjusting the installation position of the circuit board 46 with high precision becomes unnecessary, and it becomes possible to attain simplification of the

inspection work are done so

[0047] Furthermore, according to this detection method, since it differs from the conventional optical detection method, exceptionally ineffective effects, like the quality can be inspected with high precision are expectable also about the electric conduction pattern portion near the through hole, for example. As mentioned above, although the suitable example of this invention was explained, it cannot be overemphasized that it can carry out by various deforming this invention in the range which does not deviate from the summary. For example, various composition of the parts mounted in a sensor / SUTIMYURETA unit, and an its configuration and size and also SUTIMYURETA and a sensor can deform. moreover, a conductor -- various the methods of a scan over the circuit board can also deform for example, -- fundamental -- the direction of a list of a sensor 21, and a right-angled direction -- a conductor -- although the complete scan is possible by carrying out the scanning drive of the above-mentioned sensor 21 one by one, scanning the circuit board 46 -- a conductor -- after scanning the circuit board 46 completely to \*\* on the other hand and changing 90 degrees of the scanning direction, you may make it scan completely again

[0048] moreover -- here -- a conductor -- although the general printed circuit board as the circuit board was explained to the example, it is applicable also like inspection of the circuit boards, such as the liquid crystal circuit board and a plasma display panel

[0049]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, moreover, an electromagnetic wave can be used for non-contact to the electric conduction circuit board, and the defect of this electric conduction circuit board can be inspected. And the defective inspection can be conducted, without analyzing the function of the electric conduction circuit board beforehand like before, and insulating and separating contiguity parts. Furthermore, when defective inspection can be carried out simply and effectively in the state and various product managements are performed whether it is the printed circuit board before component mounting itself or is in the state of the circuit board after component mounting or, the practical advantage is great.

---

[Translation done.]